

高等学校试用教材

城市给水排水

(第二版)

姚雨霖 任周宇 陈忠正 李天荣 编

中国建筑工业出版社

高等学校试用教材

城市给水排水

(第二版)

姚雨霖 任周宇 陈忠正 李天荣 编

中国建筑工业出版社

本书主要介绍城市给水和排水工程规划的有关专业基本理论和知识。
全书共分三篇：第一篇水力学与水泵基本知识；第二篇城市给水工程规划；第三篇城市排水工程规划。

本书系高等工科院校城市规划专业学生用教材，亦可供从事城市规划的有关设计人员、管理人员以及大专院校给水排水专业师生参考。

高等学校试用教材
城市给水排水
(第二版)

姚雨霖 任周宇 陈忠正 李天荣 编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：17 $\frac{1}{8}$ 字数：417 千字
1986年7月第二版 1986年7月第三次印刷
印数：32,701—50,400册 定价：2.30元
统一书号：15040·5032

目 录

再版前言

绪 论	1
-----------	---

第一篇 水力学与水泵基本知识

第一章 水力学基础	4
第一节 静水力学	4
第二节 动水力学	9
第三节 水流阻力和水头损失	16
第二章 水泵的基本知识	20
第一节 离心泵的工作原理和类型	20
第二节 离心泵的性能参数	24
第三节 离心泵的选择	26

第二篇 城市给水工程规划

第三章 城市给水工程规划概述	30
第一节 城市给水工程规划的任务	30
第二节 城市给水工程系统的组成	31
第三节 城市给水工程规划的一般原则	32
第四节 给水工程规划与城市其他规划的关系	33
第四章 城市用水量规划	35
第一节 用水量标准	35
第二节 城市总体规划中用水量的估算	38
第三节 城市详细规划设计中的用水量计算	41
第五章 水源选择及取水构筑物	46
第一节 水源种类及选择	46
第二节 地下水取水构筑物	54
第三节 地面水取水构筑物	59
第六章 给水处理及水厂	66
第一节 天然水源水质及用户对水质的要求	66
第二节 给水处理基本方法	68
第三节 给水处理工艺流程的选择	83
第四节 水厂厂址选择及布置	85
第七章 城市给水管网的规划设计	88
第一节 给水管网的布置	88
第二节 给水管网各管段计算流量和管径的初步确定	94

第三节	给水管网水力计算	102
第四节	给水管网水泵扬程及水塔高度的确定	117
第五节	给水泵站	124
第六节	给水管材及管道附属构筑物	126
第八章	城市给水系统布置及规划实例	133
第一节	城市给水系统的布置形式	133
第二节	城市给水工程规划的步骤与方法	136
第三节	城市给水工程规划实例	136

第三篇 城市排水工程规划

第九章	城市排水系统的体制和组成	147
第一节	概述	147
第二节	城市排水系统的体制及其选择	148
第三节	城市排水系统的组成	149
第十章	城市污水管道系统的规划设计	152
第一节	污水量计算	152
第二节	污水管道系统的布置	155
第三节	污水管道水力计算	160
第四节	排水泵站	168
第五节	排水管材及管道附属构筑物	171
第十一章	城市雨水管渠系统及防洪工程的规划设计	178
第一节	雨水管渠系统的布置原则	178
第二节	雨水管渠设计流量的确定	180
第三节	雨水管渠水力计算	183
第四节	城市防洪工程规划	188
第十二章	合流制管渠系统的规划设计	193
第一节	合流制管渠系统的特点及使用条件	193
第二节	合流制排水系统的布置	194
第三节	合流制排水管渠的水力计算	195
第四节	城市旧合流制管渠系统的改造	197
第十三章	城市污水处理及污水厂	199
第一节	城市污水性质及排放标准	199
第二节	城市污水处理与利用的基本方法	203
第三节	污泥的处置与利用	215
第四节	污水处理方案的选择	221
第五节	污水处理厂厂址选择及布置	225
第十四章	城市排水工程规划及实例	228
第一节	城市排水工程规划的内容、原则与方法	228
第二节	城市排水工程规划与其他工程规划的关系	230
第三节	工业废水的排除	231
第四节	城市排水系统的平面布置	233
第五节	城市排水工程规划实例	237

第十五章 城市给水排水工程规划方案技术经济比较240

 第一节 给水排水工程方案的技术比较240

 第二节 给水排水工程方案的经济比较241

附录一 排水管渠水力计算图246

附录二 地面水中有害物质的最高容许浓度267

附录三 习用非法定单位制单位与法定单位制单位的换算关系表268

绪 论

一、

城市给水排水是城市建设的重要组成部分之一。

水是人们日常生活和从事一切生产活动不可缺少的物质。城市给水工程的目的和任务，就是为了经济合理和安全可靠地供应人们生活和生产活动中所需要的水以及用以保障人民生命财产安全的消防用水，并满足他们对水量、水质和水压的要求。

成年人每人每天要摄取 2 ~ 5 公斤的水，在现代化的工业城市里，每人每日大约需要 400 ~ 600 升的水；200 万人口的城市，生活用水每天就需 100 万吨以上。随着现代工业的迅速发展，更是需要大量的生产用水：生产一吨钢需用水 250 吨，生产一吨纸需用水 200 ~ 500 吨，生产一吨人造纤维需用水 1200 ~ 1500 吨，加工一吨石油至少需用水 5 吨；等等。

给水水质也是给水工程的一个重要指标，不同用途的水，有不同的要求。就生活饮用水而言，应能防止通过水传染的各种疾病，如霍乱、伤寒、痢疾等，同时还应注意防止由饮水而造成的各种地方病，如克山病、甲状腺肿、龋齿病等，以保障人民身体健康。因此，需要去除水中某些有害物质的含量，使之符合生活饮用水水质标准。随着现代工业的迅速发展，对生产用水的水质要求越来越高，例如，高压锅炉（100 个大气压以上的）给水要求使用纯水，电阻率要在 2×10^6 欧姆·厘米以上；电子工业要求水质纯度更高，水中哪怕有大肠杆菌那么大小的杂质，往往也会使成品报废。

水在生活和生产使用过程中受到污染，成为污水或废水，要经过处理后才能排放。还有城市雨水和冰雪融化水等，亦需及时排放，以便减轻灾害并保护环境，保证人民健康和工农业生产的正常进行。将城市生活污水、工业废水、降水（雨水、冰雪融化水等）用完善的管渠系统，有组织地加以排出和处理的工程，称为排水工程。它的基本任务是：

（1）集中城市污水和雨水。

（2）合理地处理城市污水，并逐渐地加以综合利用（包括重复使用）。

随着现代工业的发展，防止“三废”污染已成为世界上的重大课题，其中特别是工业废水污染，对人和环境危害很大。污水中的有害物质主要为有机物和有毒物质。如果任凭这些污水流入河流、湖泊，将使水中的溶解氧急剧下降（例如，生产 1 吨纸浆的废水排入河流时，大致要消耗溶解氧 250 公斤），将威胁鱼类生存，甚至使河流、湖泊水体变黑发臭。污水中有毒物质，如炼焦废水中的氰化物和酚等，都是剧毒物质。氰化物对人的致死量是 0.06 ~ 0.2 克（CN），对鱼类致死浓度约为 1 毫克（CN）/升。千分之几毫克/升的酚就足以破坏河水的饮用价值，百分之几毫克/升的酚就足以破坏鱼类、农作物的食用价值。至于汞、镉等重金属化合物危害则更为严重，会引起各种疾病。例如，日本水俣病，就是吃了被汞污染的鱼而造成的。西亚，有的国家小麦中含有汞，造成汞中毒，使数千人得病，几百人死亡。如果一个人每天从饮水中食用 0.6 毫克的镉，将会致使患骨疼痛病。此外，还有放射性物质等等。因此，污水中所含这些有害物质都需要通过处理设施加以解决。

由上可见，完善的给水工程和排水工程对促进城市工农业生产、保障人民身体健康以及保护环境免遭污染等都具有重大作用。

二、

我国劳动人民，在很早以前，就对给水排水工程作出过卓越的贡献。

唐代徐坚《初学记》卷七有“伯益作井，亦云黄帝见万物，始穿井”；汉许慎《说文解字》中有“八家为井”。我国凿井取水自黄帝创始已有四、五千年的历史，而且在两千多年前的秦代，就掌握了穿凿深井的技术，蜀多盐井，取水煮盐井深达300米以上。在净水工程方面，我国首先采用明矾净水，明朝《天工开物》一书中详述了明矾的制法。在升水设备方面，我国古代创造有辘轳、筒车、桔槔，此外，还有流传至今的龙骨车和龙尾车等。

在我国秦代已经有比较完整的排水系统，现西安的西北博物馆还保存有秦始皇陵（临潼）及汉城（西安）出土的秦代陶制的五角形排水渠（陶窰）。在古代一些瑰丽的皇宫里，还发现有明渠和暗渠相结合的排水系统。阿房宫赋云：“二川溶溶，流入宫墙”，“渭流涨腻，弃脂水也。”北京城的故宫里，也都有明、清两代砌筑的矩形砖渠。

在国外，古埃及、罗马以及欧洲国家人民对给水排水做出过较大贡献。两千多年以前，古埃及建有马立斯湖，面积达12000公顷以上，是尼罗河流域中最大蓄水库，当时供二千万居民使用。在纪元前，罗马建筑了著名的“罗马水道”，它的一部分仍保存到现在。埃及考古工作者，还发现了2500年前的污水沟渠。在1235年伦敦首先利用铅管和污工管道输水入城。1608年巴黎设置了水泵。1619年伦敦创设了新河公司，在全城敷设水管，挨户供水。十七世纪末叶，蒸气机发明以后，出现了蒸气水泵，使给水技术又获得进一步发展。1800年开始用铸铁管代替木管等管道。十八世纪工业革命以后，1839年开始用慢滤池净水，此时，在欧洲也开始应用我国的明矾净水法。1884年出现快滤池净水。水的消毒试验于1854年开始于英国，采用漂白粉；1902年在比利时采用氯消毒。至于排水工程发展较为迟缓，直到十九世纪中叶，欧洲城市开始普遍地建造近代排水系统，1898年出现规模较大的污水灌溉，为城市污水生化处理奠定了基础。

三、

我国第一个近代给水工程于清光绪1879年在旅顺建成，敷设了150毫米直径的管道计224公里。1882年英商在上海设立了上海自来水公司，1901年大连建水厂。后来，青岛、广州、南京、杭州、镇江等地相继建成自来水厂。然而从1879~1949年的七十年间，全国只修建了大小自来水厂75个，污水处理厂3个，只有少数几个城市有排水系统，而且大都很不完整。那时，自来水厂和污水处理厂是为资产阶级少数人服务的，绝大多数劳动人民享受不到。解放前城市给水普及率只有14%。

建国三十多年以来，随着城市和工业建设的发展与人民生活水平的提高，我国给水排水事业有了很大的发展。到1983年底，全国已有253个城市修建了城市自来水设施，日总供水能力达3538万吨，为解放初期的14.7倍；城市供水管道长度合计达56851公里，为解放初期的8倍；城市居民用水普及率已达85%；给水工程规划设计水平和给水处理技术都有很大提高，如大型城市引水工程——引滦入津工程全长234公里，仅用两年时间便建成通水。武钢45.5米³/秒大型取水工程，完全由我国自行规划、设计、施工。现在全国有600多座城市自来水厂，大部分都是建国后自行修建的。

我国的城市排水事业发展也较快。截止到1983年底，全国已有252个城市修建了排水工程设施，排水管道总长达26448公里，建成城市污水处理厂39座。同时，对各种工业废水如化工废水、印染废水、造纸废水、纺织废水、食品加工废水等进行了一定的治理，建立了具有一定处理能力的污水处理厂。所有这些成就，对环境保护、水资源的合理利用，起到了积极的促进作用。

我国给水排水科学技术正在迅速向前发展中。在高等院校，每年除培养一大批给水排水专业人材以外，还在很多其他专业设置了给水排水课程。培养具有一定给水排水基础理论和基本知识的人材，对城市规划专业，是十分重要的。在向四个现代化的进军中，它必将对城市规划和城市的迅速发展，做出应有的贡献。

第一篇 水力学与水泵基本知识

第一章 水力学基础

水力学是研究水的运动规律及其应用的科学，它的主要任务，是应用实验与分析的方法，探讨液体和各种边界之间的相互作用，研究液体运动的规律，并利用这些规律来解决实际工程问题。

很多工程实践都与水流现象有着密切联系，对给水排水工程，尤其是这样。近代城市一般均由城市集中供水，即水厂利用泵将江河、湖泊或地下水抽上来，经过净化和消毒处理以后，再用泵通过输配水管网把水输送到用户。有时为了均衡泵的负荷，还需要修建水塔或高地水池等。从城市居住区和工业生产设备排出的污水，一般要用排水管渠送到污水处理厂加以处理和综合利用。这样就必须解决一系列的水力学问题。例如，给水管网与排水管渠的设计与计算，水泵的选择、给水和污水处理厂的规划与设计等。所以，掌握水力学基础知识对学好本课程具有重要的意义。

本章将简要地介绍静水力学、动水力学等基本知识。

第一节 静水力学

静水力学是研究水在相对静止状态下的力学规律，研究静水压力的性质、强度和各种因素的关系。

一、静水压强及其基本方程式

静水中具有压力，这是我们熟知的。例如，当我们站在淹过胸部的深水中会感到呼吸困难；当开启水库闸门时，要用很大力气，这些情况都说明静水内部有压力。

作用在整个物体面积上的静水压力，称为静水总压力。作用在单位面积上的静水压力，称为静水压强。

设有一水箱，如图1-1，作用在水箱底面积上的静水总压力是 P ，水箱底面积是 ω ，则作用在单位面积上的静水平均压强 p_ω 是：

$$p_\omega = \frac{P}{\omega}, \quad (1-1)$$

如果在水箱底上取一极小面积 $\Delta\omega$ ，假设作用在这个极小面积上的静水总压力为 ΔP 。当 $\Delta\omega$ 无限缩小至一点 C 时，即 $\Delta\omega$ 趋近于0时，则 ΔP 对 $\Delta\omega$ 之比，将趋近一极限值 p ，这个极限值 p 称为 C 点的静水压强，

$$p = \lim_{\Delta\omega \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta\omega} \quad (1-2)$$

点压强精确地反映出作用面上各点的压强，而静水平均压强反映作用面上各点压强的

平均值。

静水压强有两个特性：

(1) 静水压强的方向和作用面垂直，并指向作用面。

(2) 静水内任何一点的静水压强，在各个方向相等。

由于压强是指单位面积上的压力，因此，静水压强的大小与容器中水的总重量没有直接关系，而只与水的深度有关。水深相同，静水压强就相等。

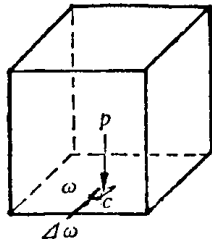


图 1-1 静水压强

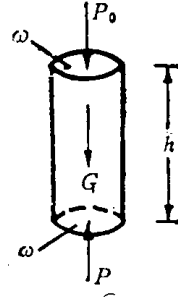


图 1-2 圆水柱隔离体

现在把一个圆柱形容容器里的垂直水柱作为一个隔离体，来分析它受力的平衡条件，如图1-2所示，在这垂直水柱上作用着以下的力：

(1) 水柱自由面上的气体压力： $P_0 = p_0 \omega$ 垂直向下。

(2) 容器底对水柱底面的作用力： $P = p \omega$ 垂直向上。

(3) 水柱本身重量： $G = \gamma h \omega$ 垂直向下。

(4) 容器壁对水柱周围的侧压力，方向是水平方向。

因为水柱是不动的，所以作用在水柱水平方向上和垂直方向上的合力，应均为零。作用在水柱的水平压力互相抵消，而作用在垂直方向上的力的平衡方程式为：

$$p_0 \omega + \gamma h \omega - p \omega = 0$$

则得 $p = p_0 + \gamma h$ (1-3)

式中 p ——静水中任一点的静水压强；

p_0 ——自由面上气体压强，在大气中时为大气压强 p_a ；

γ ——水的容重；

h ——垂直水柱在水下的深度；

ω ——面积。

公式(1-3)是静水压强的基本方程式，它说明静水压强与水深的关系。静水中，压强随水深按线性规律增加，且水中任一点的压强恒等于自由表面上的压强 p_0 与从该点至水自由表面的单位面积上的垂直水柱重量 γh 之和。

静水力学基本方程式(1-3)也可用另外一种形式表示，如图1-3所示。设一水箱水面的压强 p_0 ，水面到任选基准面0-0高度为 Z_0 ，水中任选两点1和2，高度为 Z_1 及 Z_2 ，压强为 p_1 及 p_2 ，将式中的深度改为高度差后，得：

$$p_1 = p_0 + \gamma(Z_0 - Z_1)$$

$$p_2 = p_0 + \gamma(Z_0 - Z_2)$$

上式除以水的容重 γ ，整理后得：

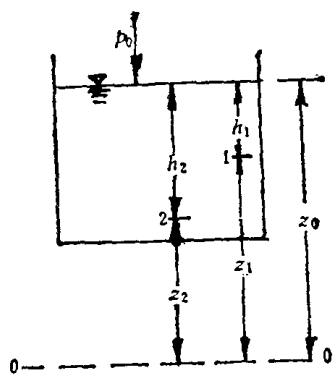


图 1-3 $Z + \frac{p}{\gamma} = C$ (常数) 图式

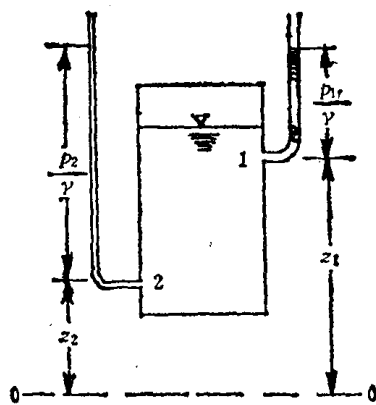


图 1-4 测压管水头

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} = Z_0 + \frac{p_0}{\gamma}$$

$$Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} = Z_0 + \frac{p_0}{\gamma}$$

由此可得:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} = Z_0 + \frac{p_0}{\gamma}$$

水中 1、2 为任意点, 故具有普遍意义的规律, 即:

$$Z + \frac{p}{\gamma} = C \text{ (常数)} \quad (1-4)$$

这即是静水力学基本方程式的另一种形式, 也是我们常用的静水压强分布规律的一种形式。它表示水中任一点的 $(Z + \frac{p}{\gamma})$ 总是一个常数。式中 Z 为该点的位置相对于基准面的高程, 称为位置水头。 $\frac{p}{\gamma}$ 是该点在压强作用下沿测压管所能上升的高度, 称压强水头。

测压管是一端和大气相通, 另一端和液体中某点相接的管子, 如图 1-4 所示。两水头相加 $(Z + \frac{p}{\gamma})$ 称为测压管水头。而 $Z + \frac{p}{\gamma} = C$ 表示在同一容器静止水中, 所有各点的测压管水头均相等。

按公式 (1-3) 计算所表示的压强 p 称为绝对压强。以大气压强作为 0 点开始计算的压强称为相对压强 p'

$$p' = p - p_a = p_0 + \gamma h - p_a$$

如果自由表面压强 $p_0 = p_a$ (通常如此), 则相对压强

$$p' = \gamma h \quad (1-5)$$

通常在构筑物的表面和水面上, 都作用着大气压强 p_a , 这个大气压强互相抵消, 因而对构筑物起作用的只是相对压强。因而相对压强具有很大实用价值。

如果水中某点绝对压强 $p < p_a$ 时 (例如泵吸水管内), 该点即是处于真空状态。 $p_a - p$ 即该点绝对压强对大气压强的差值, 称为真空值 p_K

$$p_K = p_a - p \quad (1-6)$$

为了便于区别以上几种压强，特将它们之间的关系表示在图1-5上。

压强的单位通常有四种表示方法：

- a. 用单位面积上所受的压力来表示，公斤/厘米²或公斤/米²；
- b. 用液柱高度来表示，一般采用水柱或汞柱，单位是厘米水柱、米水柱或毫米汞柱；
- c. 用大气压表示，单位是大气压；
- d. 用帕表示，符号Pa。

压强单位换算关系为：

$$1 \text{ 工程大气压} = 1 \text{ 公斤/厘米}^2 = 10 \text{ 米水柱} = 735.6 \text{ 毫米汞柱} = 9.80665 \times 10^4 \text{ Pa}。$$

【例题 1-1】求淡水自由表面下 2 米深度处的绝对压强和相对压强（设自由表面压强为 1 工程大气压）。

【解】

绝对压强

$$p = p_0 + \gamma h = 1 \text{ 公斤/厘米}^2 + 10^{-3} \text{ 公斤/厘米}^3 \times 200 \text{ 厘米} = 1.2 \text{ 公斤/厘米}^2$$

相对压强

$$p' = p - p_0 = 1.2 - 1.0 = 0.2 \text{ 公斤/厘米}^2$$

二、静水压强分布图

静水压强分布图是根据基本方程式（1-3），即 $p = p_0 + \gamma h$ 绘出作用在受压面上各点的压强方向及其大小的图示。

设在水中任取铅直壁 AB（如图1-6为直壁上静水压强），并设横坐标为 p ，纵坐标为 h 。对既定液体， $\gamma = \text{常量}$ ，因此， p' 与 h 成直线关系。只要任取两对 p' 与 h 值，连一直线，就可以绘出 $p' = \gamma h$ 的图示。例如，在自由表面上 $h = 0$ ， $p' = 0$ ；在任意深度 h 处， $p' = \gamma h$ ，这两对 p' 和 h 之值，便决定了三角形 ABC 的图形，其中 $BC = p' = \gamma h$ ，高度 $AB = h$ 。至于表面压强 p_0 。按巴斯卡的等值传递定律，其压强图形是平行四边形 ADEC。对实际工程有用的是 $p' = \gamma h$ 的图示。同理，根据式（1-3）和静水压强垂直于作用面的特性，可绘出斜面、折面以及曲面上的静水压强图示。

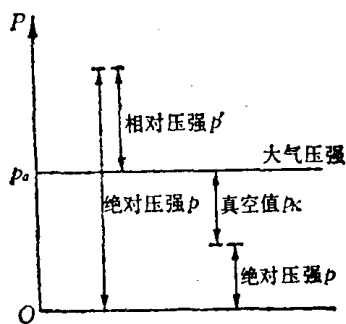


图 1-5 压强关系

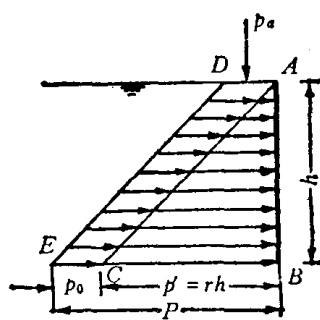


图 1-6 直壁上静水压强

三、作用在平面上的静水总压力

（一）作用在水平面上的静水总压力

水平面上静水总压力等于受压面上的相对压强乘以面积，即：

$$P = \gamma h \omega \quad (1-7)$$

式中 h ——水深;
 ω ——受压面的面积。

(二) 作用在倾斜平面上的静水总压力

在给水处理工程中,常遇到的水池、水箱和闸门等,有的是垂直矩形平面,有的是倾

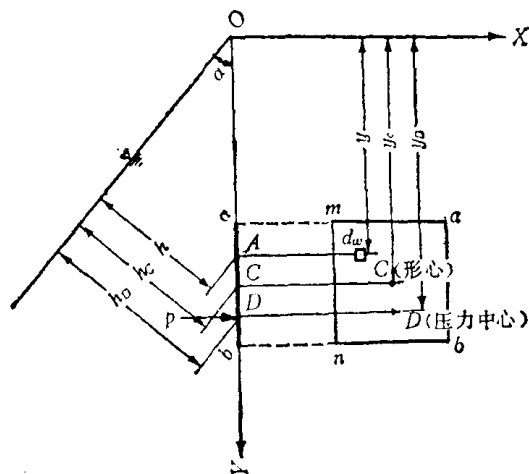


图 1-7 作用在倾斜平面上的静水总压力

斜矩形或圆形平面。下面介绍一种矩形倾斜平面的静水总压力和其作用点的计算。

设图1-7为一倾斜平面池壁,它与水平面的交角为 α ,在池壁下方有一矩形平板闸门, $a-b$ 是受压面。为了将受压面具体表示出来,将受压面 $abmn$ 绕 OY 轴转 90° ,斜池壁原来和水面交线移到 OX 轴的位置并和 OY 轴正交,取 OX , OY 作为座标轴来分析。

受压面 $abmn$ 的面积为 ω ,如在受压面取任一微小面积 $d\omega$,则可认为其上各点压强是相等的,其中 A 点在水面下深度为

h ,则其所受静水总压力为:

$$dP = p d\omega = \gamma h d\omega$$

并与 $d\omega$ 正交。

作用在全部受压面上的静水总压力为:

$$P = \int dP = \gamma \int_0^\omega h d\omega = \gamma \sin \alpha \int_0^\omega y d\omega \quad (1-8)$$

式中 $\int_0^\omega y d\omega$ ——称为受压面对 OX 轴的静面矩,其值等于受压面的总面积与其形心至 OX 轴的距离的乘积,即等于 $y_c \omega$,因此得出:

$$P = \gamma \sin \alpha y_c \omega = \gamma h_c \omega = P_o \omega \quad (1-9)$$

式中 h_c ——受压面形心 C 点在水面下的深度;

P_o ——受压面形心 C 点的静水压强。

公式(1-9)说明,作用在一任何方位倾斜平面上的静水总压力等于该平面面积与其形心点的静水压强 P_o 的乘积,其方向垂直于作用面,并指向作用面。

总压力作用点 y_D ,如图所示,按下式计算,

$$y_D = y_o + \frac{J_o}{\omega y_o} \quad (1-10)$$

或者

$$y_D - y_o = \frac{J_o}{\omega y_o} \quad (1-11)$$

式中 J_o 是受压面对通过其形心并平行于 OX 的轴的惯性矩,其值可在一般理论力学手册上查到,因此可求得 D 和 C 点的距离。由于静水压强随水深而增加,所以总压力作用点 D ,总是比它的形心低。

公式(1-10)和(1-11)是平面压力中心的一般公式,也适用于垂直平面等情况。

【例题 1-2】 在某城市给水系统输水渠道中，有一木板矩形闸门，如图1-8所示。闸门宽度 $b = 0.8$ 米，闸门前水深 $h = 1.2$ 米，试求闸门上的静水总压力及其作用点。

【解】

闸门两侧都受大气压力，所以不考虑大气压力，只考虑相对压强分布图，如图1-8所示。

静水总压力

$$P = p_o \omega = \gamma h_o \omega$$

$$h_o = \frac{1}{2} h = 0.5 \times 1.2 = 0.6 \text{ 米}$$

$$\gamma = 1000 \text{ 公斤/米}^3$$

$$\omega = bh = 0.8 \times 1.2 = 0.96 \text{ 米}^2$$

故

$$P = 1000 \times 0.6 \times 0.96 = 576 \text{ 公斤}$$

对垂直矩形平面的压力中心，由图1-6可知：

$$h_D = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \times 1.2 = 0.8 \text{ 米}$$

或

$$y_D = y_o + \frac{J_o}{\omega y_o}, \quad (y_D = h_D, y_o = h_o)$$

对于矩形平面

$$J_o = \frac{bh^3}{12} = \frac{0.8 \times 1.2^3}{12}$$

故

$$h_D = 0.6 + \frac{\frac{0.8 \times 1.2^3}{12}}{0.96 \times 0.6} = 0.6 + 0.2 = 0.8 \text{ 米}$$

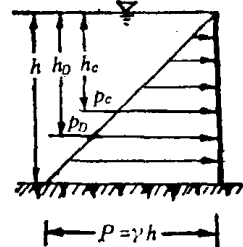


图 1-8 矩形闸门所受静水压力

第二节 动 水 力 学

在给水排水工程中，所遇到的绝大部分问题是涉及到水的运动问题，例如，水经常要用管道和渠道来输送；在水处理构筑物中，水的净化也离不开在水池中沿着一定方向（垂直、水平、倾斜）的缓慢流动或渗流运动；某些工业设备的用水冷却，要采用水的循环系统来实现等。因此，动水力学是本专业学习水力学的重点。

由前静水力学已知，在静水中某点静水压强只与该点水深有关，或者说，只与该点所处空间位置有关。而动水中某点压强则不同了，它除与该点所在空间位置有关外，还与水的流动有关，此时压强称为动水压强。动水力学的基本任务就在于建立动水压强、流速和空间位置之间的变化关系。

一、动水力学的基本概念

（一）流量、流速和过水断面

流量是指单位时间内，水流所输送水的体积，用符号 Q 表示，单位为 $\text{米}^3/\text{秒}$ 、 $\text{升}/\text{秒}$ 等。它的大小取决于两个因素，即水流过水断面和流速。

过水断面是指垂直于水流方向上，水流所通过的断面。当流线为平行直线时，过水断面是一平面。当流线不平行时，过水断面是一曲面。

流速是指单位时间内水流所通过的距离，用符号 V 表示，单位为 $\text{米}/\text{秒}$ 、 $\text{厘米}/\text{秒}$ 。

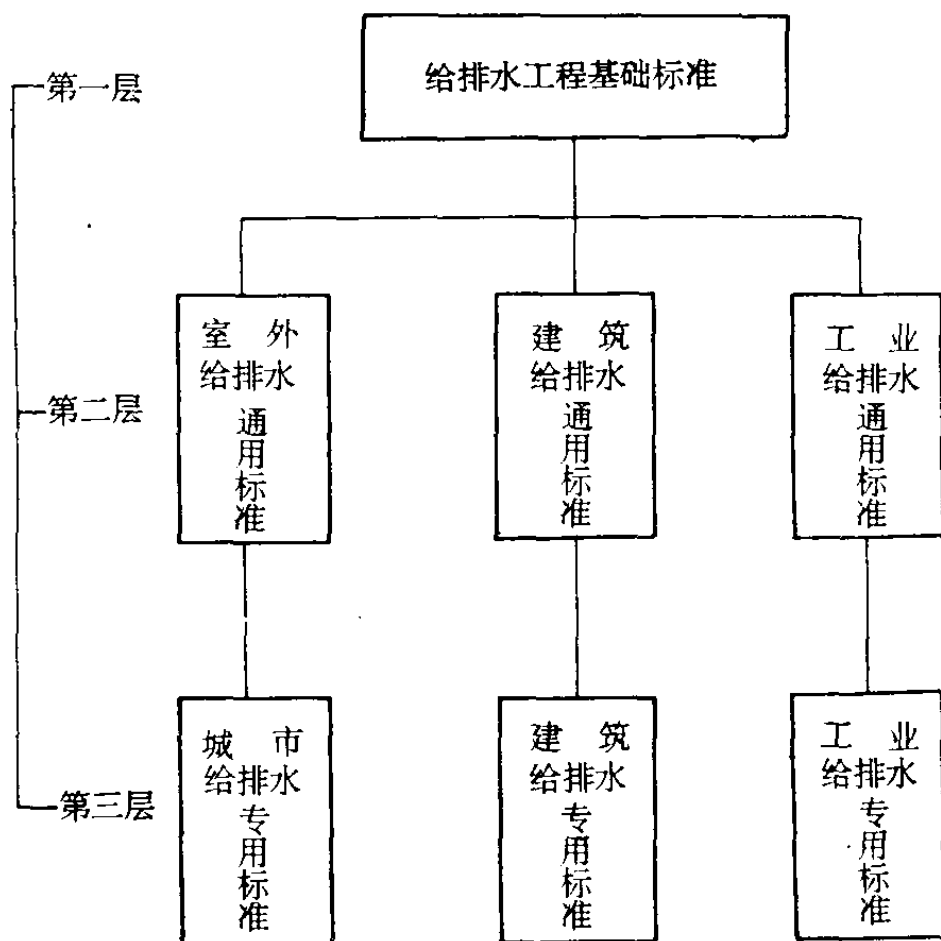


图 1.2.2 给水排水工程标准体系示意图

给水排水工程标准体系现有标准目录 表 1.2.1

序号	标准名称	标准号	备注
8.1.1-1	给水排水设计基本术语标准	GBJ 125-89	
-2	生活饮用水卫生标准	GB 5749-85	
-3	生活杂用水水质标准	CJ 251-89	
-4	污水排入城市下水道水质标准	CJ 18-86	
-5	工业用水分类及定义	CJ 19-87	

粘 度	温 度(°C)					
	0	5	10	15	20	30
$\mu \left(\frac{\text{公斤} \cdot \text{秒}}{\text{米}^2} \right)$	0.000182	0.0001597	0.0001312	0.0001162	0.0001030	0.0000818
$\nu \left(\frac{\text{厘米}^2}{\text{秒}} \right)$	0.0178	0.0152	0.0131	0.0114	0.0101	0.0081

化，这种水流称为非稳定流。

在稳定流情况下，由于流速、压强不随时间变化，它的运动规律比在非稳定流时要简单得多。在工程实践中，大部分水流往往又可看作是稳定流来加以研究。

(2) 按流速沿流程变化与否，流动又可分为：

均匀流——水流运动中，过水断面的每一条流线上的流速大小和方向沿流程不变，称为均匀流。其特点是流线为平行的直线。如水流在等直径的直管段和等水深的沟渠中流动等。

非均匀流——水流过水断面的每一条流线上的流速沿流程是变化的，称为非均匀流。其特点是流线互不平行。如水流在变径的管道中或弯道上的流动。渐变流，即在水流运动中可将流线视为平行直线的运动情况，水流运动中不能将流线视为平行直线的运动称为急变流。

渐变流过水断面上的动水压强符合静水压强分布规律，这是因为在渐变流区，由于流线几乎是平行的直线，过水断面可认为是平面，过水断面与流速方向垂直，过水断面上没有流速投影和加速度投影，即惯性力在过水断面上的投影为零。因此过水断面上的压强分布是一仅与重力有关的静水力学问题，与静水压强相同，亦即

$$Z + \frac{P}{\gamma} = \text{常数} \quad (1-15)$$

公式(1-15)是对某一渐变流过水断面上不同点的测压管水头而言，而对于不同两个过水断面，测压管水头则不相同。

(四) 过水断面上流速及压强的分布

(1) 流速分布：假如用一个一端开口，另一端在侧壁上开有小孔的细玻璃管，垂直插入稳定流动河水中，如图1-10所示，则能发现，即使对同一点（如河水中A点），由于小孔的方向不同（分a、b、c三个方向），管中的水位高度也不同。当小孔正对着水流方向时，由于水流的冲击力，使管中水位高出管外河水面一稳定高度h，管中水位最高，且流速愈大h愈高。当着小孔背着水流时，管中水位最低，它将低于河水面一稳定高度h。当小孔垂直于水流方向时，管中水位则与河水面相平。

假设被测点A处流速为u，则高度h和流速关系，可用一粗略方法来加以说明。以图1-10a为例，可以设想，当河水停止流动，高差h会立刻下降，管中一部分水会从小孔流出，直到水位与管外河水位相平为止。如不计阻力，处于管中水面上的质点的降落，就是一个自由落体，降落高度h时从小孔流出的水流速度V_i，则从物理学中可知：

$$V_i^2 = 2gh$$